

09/555801



**Bescheinigung**

REC'D 10 DEC 1998  
WIPO PCT  
EPO-Munich  
3

14. Nov. 1998

EJU

Die Leistritz AG & Co Abgastechnik in Fürth, Bay/Deutschland  
hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge  
und Verfahren zu seiner Herstellung"

am 3. Dezember 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue  
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-  
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-  
bole B 01 D und F 01 N der Internationalen Patentklassifika-  
tion erhalten.

München, den 30. Oktober 1998  
Der Präsident des Deutschen Patentamts  
Im Auftrag

Zeichen: 197 53 609.3

Nicht

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1 971188-3/37/31/32

2  
3 02. Dezember 1997

4  
5  
6 Ansprüche

- 7  
8 1. Verfahren zur Herstellung eines Abgaskatalysators, insbesondere für Kraft-  
9 fahrzeuge, bei dem ein aus wenigstens einem von einer Lagerungsmatte (7)  
10 umwickelten Monolithen (1) gebildetes Monolithpaket (17) in einen als Gehäu-  
11 se dienenden Rohrabschnitt (2) eingepreßt wird,

dadurch gekennzeichnet,

12 daß ein Rohrabschnitt mit mehreren unterschiedlich großen Innenquer-  
13 schnittsflächen bereitgestellt wird und daß das Monolithpaket (17) von einem  
14 Rohrende (21) mit einer größeren oder mit der größten Innenquerschnittsflä-  
15 che her eingepreßt wird.  
16

- 17  
18 2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

19 daß von jedem Rohrende des Rohrabschnittes (2) her ein Monolithpaket ein-  
20 gepreßt wird.  
21

- 22 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

geennzeichnet durch

23 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2) mit einer sich stufenartig verän-  
24 dernden Innenquerschnittsfläche in Form mehrerer Längsabschnitte (9, 10),  
25 wobei die Innenfläche (5a) der Längsabschnitte im wesentlichen parallel zur  
26 Mittellängsachse (32) des Rohrabschnitts verläuft.  
27  
28

- 29  
30 4. Verfahren nach Anspruch 3,

geennzeichnet durch

1 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2), bei dem in Einpreßrichtung (18)  
2 aufeinanderfolgende Längsabschnitte (10c, 9d, 9e) nach abnehmender In-  
3 nenquerschnittsfläche angeordnet sind.

5 5. Verfahren nach Anspruch 2,

6 gekennzeichnet durch

7 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2), bei dem sich von den Rohrenden  
8 jeweils ein Längsabschnitt (10a, 10b) mit der größten Innenquerschnittsfläche  
9 wegerstreckt, wobei diese Längsabschnitte (10a, 10b) wenigstens einen  
10 Längsabschnitt (9c) mit kleinerer Innenquerschnittsfläche zwischen sich ein-  
11 schließen.

13 6. Verfahren nach Anspruch 1,

14 gekennzeichnet durch

15 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2) mit wenigstens einem sich kontinu-  
16 ierlich verkleinernden bzw. konusförmig verengenden Längsabschnitt (9f).

18 7. Verfahren nach Anspruch 6,

19 dadurch gekennzeichnet,

20 daß sich der konusförmige Längsabschnitt über die gesamte Länge des Rohr-  
21 abschnittes 2 erstreckt.

24 8. Verfahren nach Anspruch 6,

25 gekennzeichnet durch

26 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2) mit zwei sich von dessen Rohren-  
27 den (21,23) her zu seiner Mitte hin konusförmig verengenden Längsabschnit-  
28 ten.

29 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8,

30 gekennzeichnet durch

1 die Verwendung eines Rohrabschnittes mit wenigstens einem Längsabschnitt  
2 mit parallel zur Mittellängsachse (32) verlaufender Innenfläche (5a) und we-  
3 nigstens einem konusförmigen Längsabschnitt.

4

5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9,  
6 gekennzeichnet durch  
7 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2), bei dem sich die verengten  
8 Längsabschnitte nur über einen Teilumfangsbereich erstrecken.

9

10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-10,  
11 gekennzeichnet durch  
12 die Verwendung eines Rohrabschnittes (2), bei dem die Verengung eines  
13 bestimmten Längsabschnittes in einem Umfangsbereich stärker ausgeprägt ist  
14 als in einem anderen Umfangsbereich.

15

16 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11,  
17 dadurch gekennzeichnet,  
18 daß die Innenquerschnittsfläche der verengten Längsabschnitte bzw. das  
19 Ausmaß der Verjüngung der konusförmigen Längsabschnitte so gewählt ist,  
20 daß eine durch Gehäuse-, Monolith- und/oder Mattentoleranzen bedingte Ver-  
21 ringerung der auf den Monolithen ausgeübten radialen Preßkraft zumindest  
22 kompensiert wird.

24 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-12,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
26 daß als Lagerungsmatte eine Mineralfasermatte mit darin eingelagerten  
27 Blähglimmerpartikeln verwendet wird.

28

29 14. Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit

- einem in wesentlichen aus einem etwa zylindrischen Rohrabschnitt (2), einem Einströmtrichter (3) und einem Ausströmtrichter (3b) bestehenden Gehäuse (4),
- wenigstens einem im Rohrabschnitt (2) angeordneten etwa zylindrischen Monolithen (1), und
- einem zwischen der Umfangsfläche (15) des Monolithen (1) und der Innenfläche (5) des Gehäuses (4) vorhandenen, eine Lagerungsmatte (7) mit radialer Vorspannung aufnehmenden Spaltraum (6),

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rohrabschnitt wenigstens einen verengten Längsabschnitt (9) mit einer verkleinerten Innenquerschnittsfläche aufweist, wobei die Innenfläche (5a) des Längsabschnitts (9) im wesentlichen parallel zur Mittellängsachse (32) des Rohrabschnittes verläuft.

15. Abgaskatalysator nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein verengter Längsabschnitt (9) den zum Einströmtrichter (3) weisenden Vorderbereich des Monolithen (1) umfaßt.

16. Abgaskatalysator nach Anspruch 15,

gekennzeichnet durch

mehrere Monolithe (1a, 1b), wobei jeweils der dem Einströmtrichter (3) zugewandte Vorderbereich der Monolithe (1a, 1b) von einem verengten Längsabschnitt (9a, 9b) des Gehäuses (4) umgeben ist.

17. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-16,

gekennzeichnet durch

einen Rohrabschnitt (2), bei dem in Strömungsrichtung (13) oder in Einpreßrichtung (18) aufeinanderfolgende Längsabschnitte (10c, 9d, 9e) nach abnehmender Innenquerschnittsfläche angeordnet sind.

18. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-16,

gekennzeichnet durch

einen Rohrabschnitt (2) mit jeweils einem sich von den Rohrenden (21,23) wegerstreckenden Längsabschnitt (10a, 10b) mit der größten Innenquerschnittsfläche, wobei diese Längsabschnitte (10a, 10b) wenigstens einen Längsabschnitt (9c) mit kleinerer Innenquerschnittsfläche zwischen sich einschließen.

19. Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit

- einem in wesentlichen aus einem etwa zylindrischen Rohrabschnitt (2), einem Einströmtrichter (3) und einem Ausströmtrichter (3b) bestehenden Gehäuse (4),
- wenigstens einem im Rohrabschnitt (2) angeordneten etwa zylindrischen Monolithen (1), und
- einem zwischen der Umfangsfläche (15) des Monolithen (1) und der Innenfläche (5) des Gehäuses (4) vorhandenen eine Lagerungsmatte (7) mit radialer Vorspannung aufnehmenden Spaltraum (6),

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rohrabschnitt (2) wenigstens einen sich kontinuierlich verengenden bzw. konusförmigen Längsabschnitt (9f) aufweist.

20. Abgaskatalysator nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich der konusförmige Längsabschnitt über die gesamte Länge des Rohrabschnittes (2) erstreckt.

21. Abgaskatalysator nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rohrabschnitt (2) zwei sich von dessen Rohrenden (21,23) her zu seiner Mitte hin konusförmig verjüngende Längsabschnitte aufweist.

22. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-21,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rohrabschnitt (2) wenigstens einen Längsabschnitt (33) mit parallel zu seiner Mittellängsachse (32) verlaufender Innenfläche (5a) und wenigstens einen Längsabschnitt (34) mit einer sich konisch verjüngenden Innenfläche (5b) aufweist.

23. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-22,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich die verengten bzw. die konusförmig verjüngten Längsabschnitte nur über einen Teilumfangsbereich des Rohrabschnittes (2) erstrecken.

24. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-22,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verengung bzw. Verjüngung wenigstens eines verengten bzw. verjüngten Längsabschnittes in einem Teilumfangsbereich stärker ausgeprägt ist als in einem anderen Teilumfangsbereich.

25. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-24,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Lagerungsmatte (7) eine Mineralfasermatte ist.

26. Abgaskatalysator nach einem der Ansprüche 14-24,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Lagerungsmatte eine Mineralfasermatte mit eingelagerten Blähglimmerpartikeln ist.

## Beschreibung

**Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge und Verfahren zu seiner Herstellung**

Ein üblicher Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge, umfaßt ein metallisches Gehäuse, in dem ein Katalysatorkörper gelagert ist. Ein keramischer Katalysatorkörper, im folgenden Monolith genannt, weist gegenüber einem metallischen eine weit geringe mechanische Stabilität auf. Außerdem sind die Wärmeausdehnungskoeffizienten des keramischen Materials und des metallischen Gehäuses sehr unterschiedlich. Die Lagerung eines Monolithen im Gehäuse erfolgt daher mit Hilfe einer Lagerungsmatte, die in einem zwischen Monolith und Gehäuse vorhandenen Spaltraum mit radialer Vorspannung einliegt. Als Lagerungsmatten werden häufig sogenannte Quellmatten verwendet, das sind Mineralfasermatten mit eingelagerten Blähglimmerpartikeln. Blähglimmer spaltet bei erhöhten Temperaturen irreversibel Wasserdampf ab, wodurch die Partikel in einen expandierten Zustand übergehen. Im expandierten Zustand der Blähglimmerpartikel übt die Matte in Radialrichtung höhere Rückstellkräfte auf die Innenfläche des Gehäuses und die Umfangsfläche des Monolithen aus, was mit einer Erhöhung der Auspreßkraft verbunden ist. Unter Auspreßkraft ist die Kraft zu verstehen, mit der der Monolith in Axialrichtung beaufschlagt werden muß, um ihn aus seiner Lagerung zu lösen. bzw. um ihn in Axialrichtung zu verschieben. Die Auspreßkraft soll aus verständlichen Gründen möglichst hoch sein, um eine zuverlässige Lagerung des Monolithen während des Fahrzeugbetriebes zu gewährleisten.

Neben Quellmatten werden auch Lagerungsmatten eingesetzt, die keinen Blähglimmer enthalten. Solche Matten bestehen im wesentlichen nur aus Mineralfasern. Die radialen Rückstellkräfte beider Mattentypen werden dadurch erzeugt, daß die Dicke der Matte im unverbauten Zustand größer ist als das Spaltmaß des zwischen Monolith und Gehäuse vorhandenen Spaltraums. Während bei Quellmatten die Spaltvergrößerung bei den Betriebstemperaturen des Katalysators



1 durch die Expansion der Blähglimmerpartikel ausgeglichen wird, muß bei bläh-  
2 glimmerfreien Mineralfasermatten die radiale Vorspannung der Lagerungsmatte  
3 so groß sein, daß auch im erweiterten Zustand des Spaltraumes der Monolith si-  
4 cher gelagert wird. Um die Rückstellkräfte einer Matte mit vorgegebener Dicke zu  
5 erhöhen, wird daher in der Regel ein möglichst kleines Spaltmaß für den  
6 Spaltraum angestrebt. Bei aus zwei Halbschalen bestehenden Gehäusen wird  
7 zunächst ein aus einem oder mehreren einlagig mit einer Lagerungsmatte umwik-  
8 kelten Monolithen bestehendes Monolithpaket in eine Halbschale eingelegt und  
9 dann die zweite Halbschale aufgesetzt. Dabei muß die Lagerungsmatte auf eine  
10 dem gewünschten Spaltmaß entsprechende Dicke komprimiert werden. Während  
11 ein Monolith gegenüber einer radial einwirkenden isostatischen Belastung relativ  
12 unempfindlich ist, besteht bei Scherbeanspruchungen, etwa infolge tangentialer  
13 Krafteinleitung, die Gefahr daß der Monolith zerstört wird. Bei Halbschalengehäu-  
14 sen tritt eine solche Scherbelastung vor allem an den den Rändern der Halbscha-  
15 len auf. Einer Verkleinerung des Spaltmaßes sind bei solchen Katalysatoren da-  
16 her relativ enge Grenzen gesetzt. Analoges trifft für Abgaskatalysatoren mit einem  
17 Wickelgehäuse zu. Bei einer dritten Katalysatorbauart besteht der den bzw. die  
18 Monolithe aufnehmende Lagerungsbereich des Gehäuses aus einem Rohrabs-  
19 schnitt. Bei der Herstellung solcher Abgaskatalysatoren wird das oben erwähnte  
20 Monolithpaket in einen Rohrabschnitt eingepreßt. Die durch die Kompression der  
21 Lagerungsmatte hervorgerufenen Rückstellkräfte wirken dabei gleichmäßig über  
22 den Monolithumfang verteilt, also quasi isostatisch auf den Monolithen. Eine  
23 Scherbelastung tritt praktisch nicht auf. Dennoch kann bei herkömmlichen Rohrka-  
24 talysatoren der Spaltraum zur Erhöhung der Mattenrückstellkräfte nicht in zufrie-  
25 denstellendem Maße verkleinert werden. Dies liegt daran, daß das Einpressen  
26 eines Monolithpakets in einen Rohrabschnitt umso schwieriger zu bewerkstelligen  
27 ist, je enger der zur Verfügung stehende Spaltraum ist bzw. je mehr die Dicke der  
28 Lagerungsmatte das zur Verfügung stehende Spaltmaß des Spaltraumes über-  
29 steigt.

1 Davon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung, einen Abgaskatalysator mit  
2 verbesserter Lagerung des Monolithen sowie ein Verfahren zur Herstellung eines  
3 Abgaskatalysators in Rohrbauweise vorzuschlagen.

4  
5 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie einen Abgaska-  
6 talysator nach Anspruch 14 gelöst. Wenn von einem etwa zylindrischen Rohrab-  
7 schnitt oder von einem etwa zylindrischen Monolithen gesprochen wird, so sind  
8 darunter auch ovale oder polygone Rohrabschnitte und Monolithe zu verstehen.  
9 Außerdem soll unter einem Abgaskatalysator allgemein eine Vorrichtung zur Rei-  
10 nigung von Abgasen verstanden werden, die neben oder statt eines Monolithen  
11 auch einen Partikel- oder Rußfilter enthalten kann. Bei einem erfindungsgemäßen  
12 Verfahren wird ein Rohrabschnitt mit mehreren unterschiedlichen Innenquer-  
13 schnittsflächen bereitgestellt, wobei ein Monolithpaket von einem Rohrende her  
14 eingepreßt wird, das eine größere oder die größte Innenquerschnittsfläche bzw.  
15 lichte Weite aufweist. Es kann z. B. ein Rohrabschnitt gewählt werden, der einen  
16 ersten Längsabschnitt mit größerer und einen sich daran anschließenden zweiten  
17 Längsabschnitt mit kleinerer Innenquerschnittsfläche aufweist. Die größere Innen-  
18 querschnittsfläche ist so gewählt, daß das Einschieben des Monolithpaketes keine  
19 Probleme bereitet, wobei aber dennoch eine Rückstellkräfte bewirkende Kom-  
20 pression der Lagerungsmatte erfolgt. Der sich anschließende Längsabschnitt mit  
21 kleinerer Innenquerschnittsfläche ist dagegen so gewählt, daß eine möglichst ho-  
22 he Kompression der Lagerungsmatte und damit möglichst hohe Rückstellkräfte  
23 erzeugt werden. Würde dagegen ein Rohrabschnitt mit insgesamt verkleinerter  
24 Innenquerschnittsfläche verwendet werden, bestünde die Gefahr, daß die Lage-  
25 rungsmatte gleich zu Beginn des Einpreßvorgangs etwa am Stirnkantenbereich  
26 des Rohrabschnitts hängen bleibt und nur der Monolith weiter in den Rohrab-  
27 schnitt vorgetrieben wird. Wenn jedoch am Einpreßende des Rohrabschnittes eine  
28 ~~größere Innenquerschnittsfläche und dementsprechend ein Spaltraum mit größe-~~  
29 rem Spaltmaß vorhanden ist, kann das Monolithpaket in den Rohrabschnitt einge-  
30 preßt werden, ohne daß die Sollage der Lagerungsmatte relativ zum Monolithen  
31 verändert wird. Wenn das in Einpreßrichtung weisende Vorderende des Mono-

1 lithpakets später in den verengten Längsabschnitt des Rohrabschnittes eintritt, ist  
2 der sich davor befindliche Bereich der Lagerungsmatte durch den Rohrabschnitt  
3 schon derart stabilisiert, daß eine Sollageveränderung der Lagerungsmatte ver-  
4 hindert ist. Vorzugsweise wird ein derart vorkonfektionierter Rohrabschnitt so an-  
5 geordnet, daß der verengte Längsabschnitt den zum Einströmtrichter weisenden  
6 Vorderbereich des Monolithen umfaßt (Anspruch 15).

7  
8 Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Abgaskatalysators kann auch so erfol-  
9 gen, daß von jedem Rohrende her ein Monolithpaket in einem Rohrabschnitt ein-  
10 gepreßt wird. In diesem Falle weisen beide Rohrenden eine größere Innenquer-  
11 schnittsfläche auf als wenigstens ein dazwischen angeordneter Bereich mit ver-  
12 ringter Innenquerschnittsfläche (Ansprüche 2 und 16). Vorzugsweise wird ein  
13 Rohrabschnitt mit einer sich stufenartig verändernden Innenquerschnittsfläche in  
14 Form mehrerer Längsabschnitte verwendet, wobei die Innenfläche der jeweiligen  
15 Längsabschnitte parallel zur Mittellängsachse des Rohrabschnittes verläuft. Mit  
16 anderen Worten bildet die Innenfläche des jeweiligen Längsabschnittes einen  
17 koaxial zur Mittellängsachse des Rohrabschnittes verlaufenden Zylindermantel mit  
18 kreisförmigem, ovalem oder polygenem Umriß. Bei einer Ausführungsvariante  
19 sind die in Einpreßrichtung aufeinanderfolgenden Längsabschnitte gemäß den  
20 Ansprüchen 4 und 17 nach abnehmenden Innenquerschnittsflächen angeordnet.  
21 Die Lagerungsmatte wird dabei mit fortschreitender Einpreßtiefe zunehmend  
22 komprimiert, bis sie am Ende des Einpreßvorgangs im Bereich des in Einpreßrich-  
23 tung weisenden Rohrendes ihre höchste Kompression erfährt.

24  
25 Alternativ zu einem stufenförmig verengten Rohrabschnitt kann auch ein solcher  
26 verwendet werden, bei dem sich die Innenquerschnittsfläche eines Längsabschnitt-  
27 tes kontinuierlich verkleinert bzw. konusförmig verengt. Ein solcher Längsab-  
28 schnitt kann sich über die gesamte Länge des Rohrabschnittes erstrecken. Die  
29 Innenquerschnittsfläche verkleinert sich dann von einem Rohrende zum anderen  
30 Rohrende hin kontinuierlich (Ansprüche 6,7,19 und 20). Die Innenfläche eines ko-  
31 nusförmigen Längsabschnittes bildet also die Mantelfläche eines Kegelstumpfes,

1 wobei auch hier der Umriß dieses Längsabschnittes kreisförmig, oval oder poly-  
2 gon sein kann. Sowohl mit der stufenförmigen als auch der kontinuierlichen, ko-  
3 nusartigen Verengung, ist eine Versteifung des Rohrabschnittes bzw. des Kataly-  
4 satorgehäuses verbunden. Gegenüber der kontinuierlichen Verengung der Innen-  
5 querschnittsfläche hat ein stufenförmig verjüngter Rohrabschnitt den Vorteil einer  
6 größeren Reibung zwischen Lagerungsmatte und Rohrabschnitt.

7 Nach den Ansprüchen 8 und 21 umfaßt ein Rohrabschnitt 2 sich von dessen Roh-  
8 renden her zu seiner Mitte hin konusförmig verjüngte Längsabschnitte. Bei einem  
9 solchen Rohrabschnitt wird zweckmäßigerweise jeweils ein Monolithpaket von  
10 jedem Rohrende her in den Rohrabschnitt eingepreßt. Schließlich kann es vorteil-  
haft sein, wenn bei einem Rohrabschnitt wenigstens ein Längsabschnitt mit paral-  
11 lel zu seiner Mittellängsachse verlaufenden Innenfläche und wenigstens ein ko-  
12 nusförmiger Längsabschnitt vorhanden sind (Ansprüche 9 und 22).

13  
14  
15 Vorteilhaft ist auch ein Verfahren nach Anspruch 10 und ein Abgaskatalysator  
16 nach Anspruch 23, wenn sich die verengten bzw. die konusförmig verjüngten  
17 Längsabschnitte nur über einen Teilumfangsbereich des Rohrabschnittes erstrek-  
18 ken. Im Querschnitt ovale bzw. ellipsenförmige Monolithe sind in ihren Flachberei-  
19 chen, also im Bereich ihrer kleineren Ellipsenachse stärker druckbelastbar als in  
20 den seitlichen, stärker gekrümmten Bereichen ihrer längeren Ellipsenachse. Da-  
21 her ist es vorteilhaft, wenn die Gesamtpreßkraft so verteilt wird, daß die Flachsei-  
ten der Monolithe stärker belastet werden, als die stärker gekrümmten Seitenbe-  
22 reiche. Um dies zu gewährleisten, wird ein Rohrabschnitt verwendet, der nicht  
23 über seinen gesamten Umfang verengt ist sondern in seinen den jeweiligen  
24 Flachseiten des Monolithen zugeordneten Bereichen verengt ist. Der Monolith läßt  
25 sich daher insgesamt mit einer erhöhten radialen Preßkraft baufschlagen, ohne  
26 daß dabei die Gefahr eines Monolithbruches besteht. Die Verengung der genann-  
27 ten Umfangsbereiche kann so gewählt sein, daß nach dem Einpressen eines Mo-  
28 nolithpaketes ein vollumfänglich gleichmäßiges Spaltmaß des Spaltraumes er-  
29 reicht wird.  
30  
31

1 Eine Variation der radialen Preßkraft kann allgemein auch dadurch erreicht wer-  
2 den, daß die Verengung von verengten bzw. verjüngten Längsabschnitten in ei-  
3 nem Teilumfangsbereich stärker ausgeprägt ist als in einem anderen Teilum-  
4 fangsbereich. Für Rohrabschnitte, bei denen sich die Verengung nur auf einen  
5 Teilumfangsbereich erstreckt, bedeutet dies, daß ein Abschnitt dieses Teilum-  
6 fangsbereiches weiter in Richtung auf die Mittellängsachse des Rohrabschnittes  
7 abgesenkt ist als ein anderer Abschnitt.

8  
9 Besonders vorteilhaft ist ein erfindungsgemäßer Abgaskatalysator in Verbindung  
10 mit einer Quellmatte, da solche Matten gegenüber blähglimmerpartikelfreien Mine-  
11 ralfasermatten wesentlich kostengünstiger sind. Bei solchen Quellmatten muß  
12 eine bestimmte Betriebstemperatur erreicht werden, damit die Expansion der  
13 Blähglimmerpartikel ausgelöst wird. Im Niederlastbereich, beispielsweise von  
14 großvolumigen Dieselmotoren oder bei Diesel- oder Otto-Motoren mit direkter  
15 Kraftstoffeinspritzung wird die Expansionstemperatur vielfach nicht erreicht. Die  
16 Folge ist, daß der Monolith allein aufgrund der anfänglichen, durch das Spaltmaß  
17 und die ursprüngliche Mattendicke bestimmten Rückstellkräfte der Quellmatte im  
18 Katalysatorgehäuse gelagert ist. Bei einer Quellmatte sind die Mineralfasern und  
19 die Blähglimmerpartikel in einem organischen Binder eingebettet. Die anfänglichli-  
20 che Rückstellkraft einer solchen Matte wird maßgeblich vom organischen Binder  
21 bestimmt. Oberhalb etwa 160° C erweicht der Binder und verteilt sich dabei in der  
22 porösen Struktur der Matte. Die Folge ist ein Verlust an Rückstellkraft bzw. ein  
23 Abfall der auf den Monolithen ausgeübten radialen Preßkräfte. Hinzu kommt, daß  
24 der Binder bei längerer Wärmebeaufschlagung in dem genannten Temperaturbe-  
25 reich durch partielle Oxidation verhärtet. Dies hat einen weiteren erheblichen  
26 Rückgang der axialen Preßkräfte zur Folge. Hinzu kommt, daß die beim Betrieb  
27 des Fahrzeuges auftretenden Vibrationen eine stetige Kompression der Lage-  
28 rungsmatte in Radialrichtung, und aufgrund des verhärteten Binders praktisch ei-  
29 ne bleibende Verformung bzw. Verdichtung der Matte bewirken. Dies kann soweit  
30 führen, daß die durch Motorschwingungen und Abgaspulsationen hervorgerufe-  
31 nen axialen Beschleunigungen den Monolithen aus seiner Verankerung lösen. Bei

1 einem erfindungsgemäßen bzw. einem erfindungsgemäß hergestellten Abgaskata-  
2 lysator ist dies aber dadurch verhindert, daß die Innenquerschnittsfläche des  
3 verengten Gehäuseabschnittes so gewählt, daß die Lagerungsmatte so stark  
4 komprimiert bzw. vorgespannt ist, daß eine zuverlässige Halterung des Monoli-  
5 then auch in den genannten Niederlastbereichen bzw. bei Motoren mit nur gerin-  
6 ger Wärmeentwicklung gewährleistet ist. Die Verringerung der Innenquerschnitts-  
7 fläche kann schließlich so gewählt sein, daß Fertigungstoleranzen des Monolithen  
8 und des Rohrabschnittes, die vergrößernd auf den Spaltraum wirken, und damit  
9 die Auspreßkraft unter einen betriebssicheren Sollmindestwert absenken, kom-  
10 pensiert werden. Die Erfindung bietet daher weiterhin den Vorteil, daß auf eine  
individuelle Kalibrierung der Rohrabschnitte verzichtet werden kann. Bei einer sol-  
chen Kalibrierung wird jedem Rohrabschnitt ein individueller Monolith zugeordnet,  
13 die Querschnittsfläche des Monolithen bestimmt und zur Erzielung des gewünsch-  
14 ten Spaltmaßes der Rohrabschnitt aufgeweitet.

15

16 Die Erfindung wird nun anhand von den in den beigefügten Zeichnungen darge-  
17 stellten Ausführungsbeispielen näher erläutert:

18

19 Es zeigen:

20

21 Fig.1 einen erfindungsgemäßen Abgaskatalysator in schematischer Darstel-  
lung, bei dem ein zwei Monolithe aufnehmender Rohrabschnitt nur ei-  
23 nen verengten Längsabschnitt aufweist

24 Fig.2 einen Abgaskatalysator mit einem zwei Monolithe aufnehmenden  
25 Rohrabschnitt, bei dem jedem Monolithen ein verengter Längsabschnitt  
26 zugeordnet ist,

27 Fig.3 einen Abgaskatalysator mit einem Rohrabschnitt, bei dem ein etwa mit-  
28 tig angeordneter verengter Längsabschnitt von zwei Längsabschnitten  
29 mit größerer Innenquerschnittsfläche flankiert ist,

- 1 Fig.4 einen Abgaskatalysator mit einem Rohrabschnitt, bei dem in Einpreß-  
2 richtung aufeinanderfolgende Längsabschnitte nach abnehmender In-  
3 nenquerschnittsfläche angeordnet sind,
- 4 Fig.5 einen Abgaskatalysator mit konischem Gehäuse,
- 5 Fig.6 eine das Einpressen eines Monolithpakets in einen Rohrabschnitt zei-  
6 gende schematische Darstellung,
- 7 Fig.7 eine schematische Darstellung, die die Anfangsphase beim Einpres-  
8 sen eines Monolithpakets in einen Rohrabschnitt zeigt,
- 9 Fig.8 einen Abgaskatalysator mit einem zylindrischen und einem konischen  
10 Längsabschnitt,
- 11 Fig.9 die Draufsicht auf den Rohrabschnitt eines Abgaskatalysators, bei dem  
12 sich verengte Längsabschnitte nur über einen Teilumfangsbereich er-  
13 strecken,
- 14 Fig.10 eine Ansicht des Rohrabschnittes nach Fig. 9 in Richtung des Pfeiles X,
- 15 Fig.11 eine Abbildung eines Rohrabschnittes entsprechend Fig. 9 mit einem  
16 sich über den gesamten Umfang des Rohrabschnittes erstreckenden  
17 verengten Längsabschnitt, bei dem jedoch zwei Teilumfangsbereiche  
18 stärker verengt sind als die beiden anderen, und
- 19 Fig.12 einen Rohrabschnitt mit zwei sich von den Enden zur Mitte hin konus-  
20 förmig verengenden Längsabschnitten.

21 Bei dem in Fig.1 dargestellten Abgaskatalysator ist der zwei Monolithe 1a, 1b auf-  
22 nehmende Lagerbereich 11 des Gehäuses 4 von einem Rohrabschnitt 2 gebildet.  
23 An den Rohrabschnitt 2 ist an der einen Stirnseite ein Einströmtrichter 3 und an  
24 der anderen Stirnseite ein Ausströmtrichter 3b angesetzt. Das Gehäuse 4 des Ab-  
25 gaskatalysators setzt sich somit aus dem Rohrabschnitt 2 dem Einströmtrichter 3  
26 und dem Ausströmtrichter 3b zusammen. Der Rohrabschnitt 2 ist kreiszylinder-  
27 förmig. Er kann aber auch oval sein oder eine sonstige Umrißform haben. Zwi-  
28 schen der Umfangsfläche 15 der Monolithe 1a, 1b und der Innenseite 5 des Rohr-  
29 abschnitts 2 ist ein im Querschnitt gesehen ringförmiger Spaltraum 6 angeordnet.  
30 In dem Spaltraum 6 liegt mit radialer Vorspannung eine Lagerungsmatte 7 ein. Die  
31

1    Vorspannung wird dadurch erreicht, daß die Dicke der Lagerungsmatte im unver-  
2    bauten Zustand größer ist als das Spaltmaß 8 des Spaltraumes 6. Die Lage-  
3    rungsmatte ist eine sogenannte Quellmatte, also eine Matte, die im wesentlichen  
4    aus Mineralfasern mit dazwischen eingelagerten Blähglimmerpartikeln sowie dem  
5    organischen Binder besteht. Grundsätzlich können aber auch Matten ohne Bläh-  
6    glimmerpartikel verwendet werden. Der Rohrabschnitt ist in zwei Längsabschnitte  
7    9, 10 unterteilt. Der Längsabschnitt 9 weist einen geringeren Durchmesser 12 bzw.  
8    eine kleinere Innenquerschnittsfläche auf als der sich in Strömungsrichtung 13  
9    daran anschließende Längsabschnitt 10. Dementsprechend weist der Längsab-  
10   schnitt 9 bei einliegendem Monolith 1a ein geringeres Spaltmaß 8a auf als der  
11   Längsabschnitt 10. Die Kompression der Lagerungsmatte 7 ist im Längsabschnitt  
12   9 erhöht. Dementsprechend erhöht sind die von der Lagerungsmatte 7 auf die  
13   Innenseite 5 und auf die Umfangsfläche 15 des Monolithen 1a einwirkenden radia-  
14   len Rückstellkräfte. Durch die erhöhte Kompression der Lagerungsmatte 7 im  
15   Längsabschnitt 9 kann auf einen Erosionsschutz des Stirnkantenbereiches 17  
16   der Lagerungsmatte verzichtet werden. Die Fasern der Matte sind hier so kom-  
17   primiert, daß eine Erosion durch den auftreffenden Abgasstrom verhindert oder  
18   zumindest verringert ist. Die einem Längsabschnitt 5, 10 zugeordnete Innenfläche  
19   5a des Rohrabschnittes verläuft parallel zu dessen Mittellängsachse 32 bzw. bil-  
20   det einen koaxial zur Mittellängsachse 32 des Rohrabschnittes verlaufenden Zylin-  
21   dermantel.

23   Zur Herstellung beispielsweise des in Fig. 1 dargestellten Abgaskatalysators wird  
24   ein aus zwei Monolithen 1a, 1b und einer einlagig darum gewickelten Lagerungs-  
25   matte 7 bestehendes Monolithpaket 17 in Einpreßrichtung 18 in einen Rohrab-  
26   schnitt 2 eingepreßt. Der Rohrabschnitt 2 liegt zur Halterung in einer Rohrauf-  
27   nahme 20 ein. Der Längsabschnitt 10 mit seiner größeren Innenquerschnittsfläche  
28   bzw. seinem größeren Durchmesser 12 erstreckt sich bis zu dem gegen die Ein-  
29   preßrichtung 18 weisenden Rohrende 21 des Rohrabschnittes 2. Der Längsab-  
30   schnitt 10 geht mit einer Stufe bzw. einer Schrägschulter 22 in den verengten  
31   Längsabschnitt 9 über. Der Längsabschnitt 9 erstreckt sich bis zu dem anderen



1 Rohrende 23 des Rohrabschnittes 2. Der Unterschied zwischen dem Durchmes-  
2 ser 12 des verengten Längsabschnittes 9 und dem Durchmesser 24 des nicht  
3 verengten Längsabschnittes 10 beträgt nur einige Zehntel Millimeter. In den Dar-  
4 stellungen gem. Fig.1-Fig.11 sind diese Unterschiede zur Verdeutlichung und  
5 auch aus zeichnerischen Gründen übertrieben dargestellt. Zur Erleichterung der  
6 Einführung des Monolithpaketes 17 in den Rohrabschnitt 2 ist auf das obere Stir-  
7 nende der Rohraufnahme 20 ein Einführtrichter 25 aufgesetzt. Die Einführschrä-  
8 ge 26 des Einführtrichters 25 erstreckt sich im wesentlichen bis zum Rohrende 21  
9 des Rohrabschnittes 2. Der Abstand 19 zwischen den beiden Monolithen 1a, 1b,  
10 wird durch einen etwa ringförmigen Abstandshalter 27, beispielsweise aus Eis  
oder Trockeneis, gewährleistet. Das Monolithpaket 17 wird durch einen in Ein-  
preßrichtung 18 vorgetriebenen Preßstempel 28 in den Rohrabschnitt 2 einge-  
schoben.

14  
15 In Fig.7 ist das Rohrende 21 des Rohrabschnittes 2 mit teilweise darin eingesch-  
16 benem Monolithenpaket 17 zur Erläuterung der Anfangsphase des Einpreßvor-  
17 gangs dargestellt. In der rechten Hälfte der Abbildung ist gezeigt, welche Proble-  
18 me bei einem Spaltraum 6 mit einem relativ geringen Spaltmaß 8a auftreten. In der  
19 Anfangsphase des Einpreßvorganges, bei dem das Monolithpaket 17 noch nicht  
20 oder nur geringfügig in den Rohrabschnitt 2 eintaucht, ist der Monolith 1a nur rela-  
21 tiv locker von der Lagerungsmatte 7 umgeben. Wenn ein enger Spaltraum 6 zwi-  
22 schen dem Monolithen 1a und der Innenfläche 5 des Rohrabschnittes 2 vorhan-  
23 den ist, wird der Lagerungsmatte 7 beim Eintritt in den Rohrabschnitt 2 ein so  
24 großer Widerstand entgegengesetzt, daß sie gegenüber dem in Einpreßrichtung  
25 18 vorgetriebenen Monolithen 1a zurückbleibt und schließlich nur dieser in den  
26 Rohrabschnitt 2 eingeschoben wird. Wenn jedoch, wie dies in der linken Hälfte  
27 von Fig.7 dargestellt ist, der sich an das Rohrende 21 anschließende Längsab-  
28 schnitt 10 eine größere Innenquerschnittsfläche bzw. eine größere lichte Weite 12  
29 aufweist, wird die Lagerungsmatte 7 dementsprechend geringer komprimiert.  
30 Dementsprechend geringer ist auch der Reibungswiderstand zwischen der Innen-  
31 seite 5a des Längsabschnittes 10 und der Lagerungsmatte 7. Die endgültige

1 Kompression der Lagerungsmatte 7 erfolgt erst dann, wenn schon ein der Länge  
2 des Abschnittes 10 entsprechender Bereich des Monolithpakets in den Rohrab-  
3 schnitt 2 eingeführt ist. Die Lagerungsmatte 7 ist dann in diesem Bereich derart  
4 festgeklemmt bzw. stabilisiert, daß beim Übergang in den verengten Spalt mit sei-  
5 nem kleineren Spaltmaß 8a ein Zurückschieben der Lagerungsmatte, wie in Fig.7  
6 rechts dargestellt, praktisch ausgeschlossen ist.

7  
8 In Fig.2-5 und 8-12 sind der Einströmtrichter und der Ausströmtrichter aus Vereinfachungsgründen weggelassen worden. Fig.2 zeigt einen Rohrabschnitt 2 mit zwei  
9 Monolithen 1a und 1b. Deren gegen die Strömungsrichtung 13 weisende Vorder-  
10 bereiche 30 sind jeweils von einem verengten Längsabschnitt 9a, 9b umgeben.  
Dies kann dann zweckmäßig sein, wenn nicht nur der vordere Monolith 1a, son-  
11 dern auch der in Strömungsrichtung 13 dahinter angeordnete Monolith 1b beson-  
12 ders fest gelagert werden soll, etwa dann, wenn auch er noch mit einer starken  
13 Abgasströmung beaufschlagt ist. Bei dem in Fig.3 dargestellten Ausführungsbei-  
14 spiel ist ein verengter Längsabschnitt 9c etwa in der Mitte des Rohrabschnittes 2  
15 angeordnet und überdeckt die einander zugewandten Stirnseitenbereiche der  
16 Monolithe 1a und 1b. Der verengte Längsabschnitt 9c ist von zwei Längsabschnit-  
17 ten 10a und 10b an flankiert, deren Innenquerschnittsfläche bzw. Durchmes-  
18 ser 24a größer ist als der Durchmesser 14 des Längsabschnittes 9c. Die den ge-  
19 nannten Längsabschnitten zugeordneten Innenflächen 5a bilden im wesentlichen  
20 einen coaxial zur Mittelängsachse 32 des Rohrabschnitts 2 verlaufenden Zylind-  
21 dermantel. Zur Herstellung eines Abgaskatalysators unter Verwendung eines  
22 Rohrabschnittes gemäß Fig.3 wird zunächst ein erstes Monolithpaket 17a in Ein-  
23 schubrichtung 31 und danach oder gleichzeitig ein zweites Monolithpaket 17b in  
24 Einschubrichtung 31a in den Rohrabschnitt 2 eingeschoben.  
25  
26  
27

---

28 Bei dem in Fig.4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Längsabschnitte 10c,  
29 9d und 9e in Einpreßrichtung 18 nach abnehmenden Innenquerschnittsflächen  
30 bzw. Durchmessern 24b, 14a, und 14b angeordnet. Die den jeweiligen Längsab-

1 schnitten zugeordnete Innenfläche 5a bildet auch hier im wesentlichen einen  
2 koaxial verlaufenden Zylindermantel.

3  
4 In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem sich die Innenquer-  
5 schnittsfläche bzw. der Durchmesser 14c von einem Rohrende 21 zum anderen  
6 Rohrende 23 hin kontinuierlich verringert. Das im Montagezustand gegen die  
7 Strömungsrichtung 13 weisende Rohrende 23 hat den kleinsten Durchmes-  
8 ser 14c. Die Innenquerschnittsfläche nimmt dann bis zum anderen Rohrende 21  
9 kontinuierlich zu. Die Innenfläche 5 des Rohrabschnittes 2 ist somit im wesentli-  
10 chen die Mantelfläche eines Kegelstumpfes. Zur Herstellung eines Abgaskatalysa-  
11 tors unter Verwendung eines Rohrabschnittes 2 gemäß Fig. 5 wird beispielsweise  
12 ein zwei Monolithe 1a und 1b enthaltendes Monolithpaket 17 in Einpreßrich-  
13 tung 18, also vom Rohrende 21 mit dem größten Durchmesser her eingeschoben.

14  
15 Bei dem Abgaskatalysator nach Fig. 8 sind Längsabschnitte mit einer zylinder-  
16 mantelförmigen Innenfläche 5a und solche mit einer konischen Innenfläche 5b  
17 kombiniert. An einen ersten Längsabschnitt 10d mit im wesentlichen zylinderman-  
18 telförmiger Innenfläche 5a und einem Durchmesser 24c schließt sich ein vereng-  
19 ter Abschnitt 9f an, dessen Innenfläche 5b sich zum Rohrende 23 hin konisch  
20 verjüngt. Der Durchmesser 14b bzw. das Spaltmaß 8a des Spaltraumes 6 nimmt  
21 dementsprechend in Richtung auf das Rohrende 23 ab. Zur Herstellung eines sol-  
22 chen Abgaskatalysators wird ein Monolithpaket 17 vom Rohrende 21 in Einpreß-  
23 richtung 18 in den Rohrabschnitt 2 eingeschoben.

24  
25 Der erfindungsgemäße Gedanke eines stufenförmig oder konusförmig verengten  
26 Spaltraumes kann prinzipiell auch bei Abgaskatalysatoren mit Halbschalen- oder  
27 Wickelgehäusen Verwendung finden. Im ersten Fall werden dazu Gehäusehalb-  
28 schalen verwendet, die wenigstens zwei Längsabschnitte aufweisen, wobei ein  
29 Längsabschnitt erfindungsgemäß verengt ist. Bei einem Wickelgehäuse wird ein  
30 Blechzuschnitt mit wenigstens zwei Längsabschnitten verwendet, wobei der eine  
31 Längsabschnitt erhaben aus der Ebene des anderen Längsabschnittes her-

1 vorsteht. Der erhaben vorstehende Längsabschnitt bildet dann beim fertigen Ab-  
2 gaskatalysator einen verengten Längsabschnitt des einen Monolithen aufneh-  
3 menden Gehäusebereiches.

4  
5 Fig. 9 zeigt einen Rohrabschnitt 2 mit ovaler bzw. ellipsoider Umrißform. Er weist  
6 einen Längsabschnitt 9g auf, der sich nur über zwei sich in Richtung der kleinen  
7 Ellipsenachse d gegenüberliegende Umfangsteilbereiche 35 erstreckt. Diese Teil-  
8 bereiche sind etwa in Richtung auf die Mitte des Monolithen 1 zu abgesenkt. Da-  
9 durch entsteht im Bereich der Flachseiten 37 des Monolithen ein Spaltraum 6 mit  
10 verringertem Spaltmaß 8b. Die Flächenpressung der Lagerungsmatte 7 ist daher  
11 in diesem Bereich erhöht. Dementsprechend erhöht ist die radiale Preßkraft auf  
12 den Monolithen 1. Dagegen sind die stärker gekrümmten Oberflächenbereiche  
13 des Monolithen 1 im Bereich seiner großen Ellipsenachse D aufgrund des dort  
14 geringeren Spaltmaßes 8c mit einer geringeren radialen Preßkraft beaufschlagt. In  
15 Fig. 10 ist verdeutlicht, daß sich der Längsabschnitt 9g mit seinen abgesenkten  
16 Umfangsteilbereichen 35 nur über eine Teillänge des Rohrabschnittes 2 erstreckt.

17  
18 Bei dem in Fig. 11 dargestellten Rohrabschnitt ist ein verengter Längsabschnitt  
19 vollumfänglich ausgebildet. Im Bereich der Flachseiten 37 des Monolithen ist je-  
20 doch die Verengung der Innenquerschnittsfläche stärker ausgeprägt als in den  
21 seitlichen stärker gekrümmten Umfangsbereichen des Monolithen. Gegenüber der  
22 Querschnittsfläche des ursprünglichen bzw. nicht verengten Rohrabschnittes 2 ist  
23 somit im Bereich des verengten Längsabschnittes der Monolith von einem insge-  
24 samt verengten Spaltraum 6 umgeben. Aufgrund der genannten Ausgestaltung ist  
25 aber das Spaltmaß 8b im Bereich der Flachseiten geringer als das Spaltmaß 8 c  
26 im seitlichen stärker gekrümmten Umfangsbereich des Monolithen 1.

27  
28 Fig. 12 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein Rohrabschnitt 2  
29 zwei sich konisch zu dessen Mitte hin verengende Längsabschnitte 36a, 36b auf-  
30 weist. Dementsprechend ist der Spaltraum 6 von den Rohrenden 23, 21 zur Mitte  
31 hin kontinuierlich verkleinert. Bei der Hestellung eines Abgaskatalysators unter

- 1 Verwendung eines solchen Rohrabschnittes wird in jedes Rohrende 21, 23 ein
- 2 Monolithpaket 17 eingepreßt.

3

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Abgaskatalysator, insbesondere für Kraftfahrzeuge und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß ein aus wenigstens einem von einer Lagerungsmatte (7) umwickelten Monolithen (1) gebildetes Monolithpaket (17) in einen als Gehäuse dienenden Rohrabschnitt (2) eingepreßt wird. Der Rohrabschnitt (2) weist zwei Längsabschnitte (9, 10) mit unterschiedlichen Innenquerschnittsflächen auf. Das Monolithpaket wird von dem Rohrende (21) mit einer größeren oder mit der größten Innenquerschnittsfläche her eingepreßt. Bei einem erfindungsgemäßen Abgaskatalysator ist dementsprechend wenigstens ein verengter Längsabschnitt (9) mit einem verringerten Durchmesser (12) bzw. mit einer verkleinerten Innenquerschnittsfläche vorhanden, wobei die Innenfläche (5a) des Rohrabschnitts (2) parallel zu dessen Mittellängsachse (32) verläuft.

[Fig.1]

## Bezugszeichenliste

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1 Monolith            | 21 Rohrende            |
| 2 Rohrabschnitt       | 22 Schrägschulter      |
| 3a Einströmtrichter   | 23 Rohrende            |
| 3b Ausströmtrichter   | 24 Durchmesser         |
| 4 Gehäuse             | 25 Einführtrichter     |
| 5 Innenfläche         | 26 Einführschräge      |
| 6 Spaltraum           | 27 Abstandshalter      |
| 7 Lagerungsmatte      | 28 Preßstempel         |
| 8 Spaltmaß            | 29 Vorderbereich       |
| 9 Längsabschnitt      | 30 Vorderbereich       |
| 10 Längsabschnitt     | 31 Einschubrichtung    |
| 11 Lagerungsbereich   | 32 Mittellängsachse    |
| 12 Durchmesser        | 33 Längsabschnitt      |
| 13 Strömungsrichtung  | 34 Längsabschnitt      |
| 14 Durchmesser        | 35 Umfangsteilbereich  |
| 15 Umfangsfläche      | 36 Längsabschnitt      |
| 16 Stirnkantenbereich | 37 Flachseite          |
| 17 Monolithpaket      |                        |
| 18 Einpreßrichtung    | d kleine Ellipsenachse |
| 19 Abstand            | D große Ellipsenachse  |
| 20 Rohraufnahme       |                        |

Fig. 1

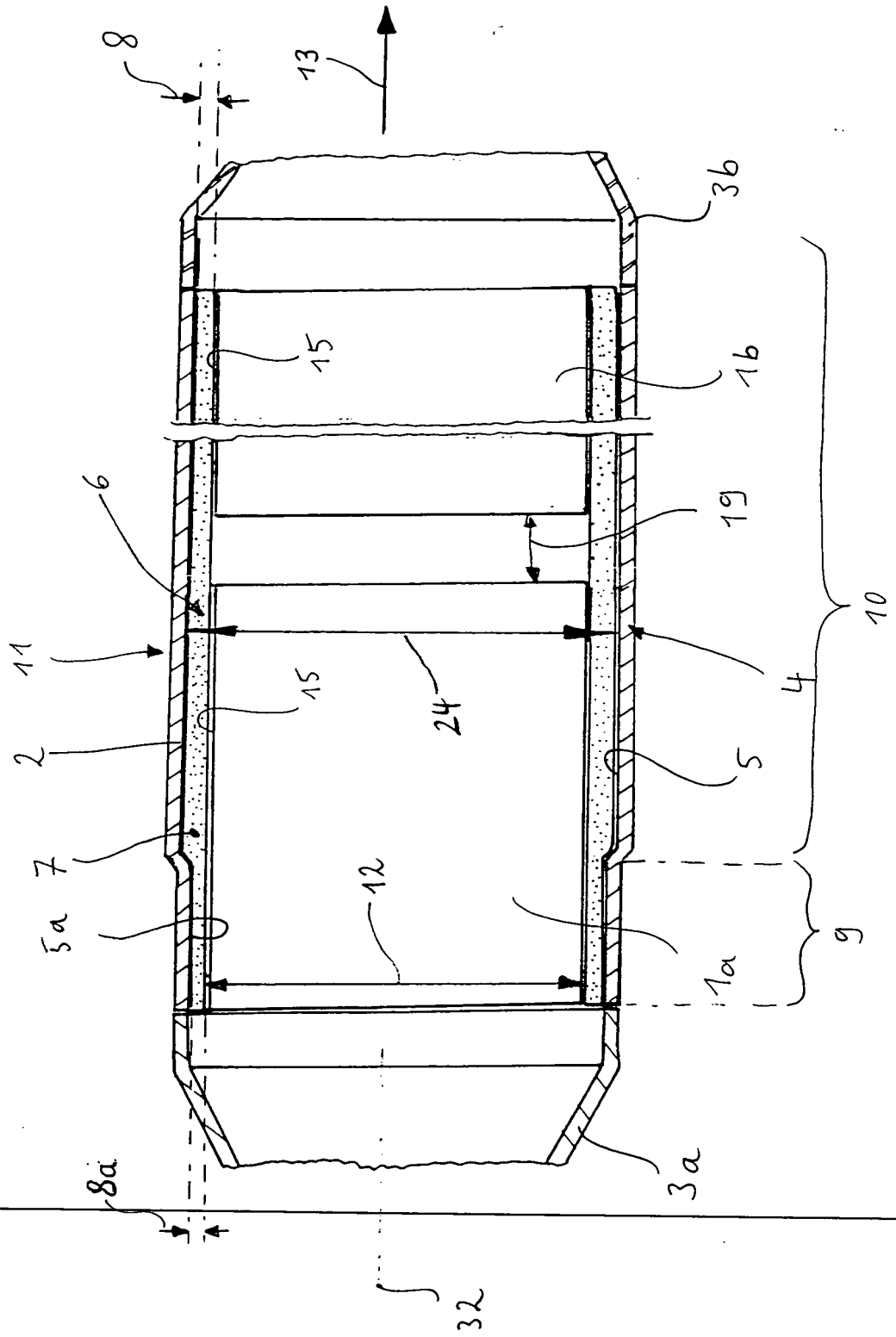




Fig. 2

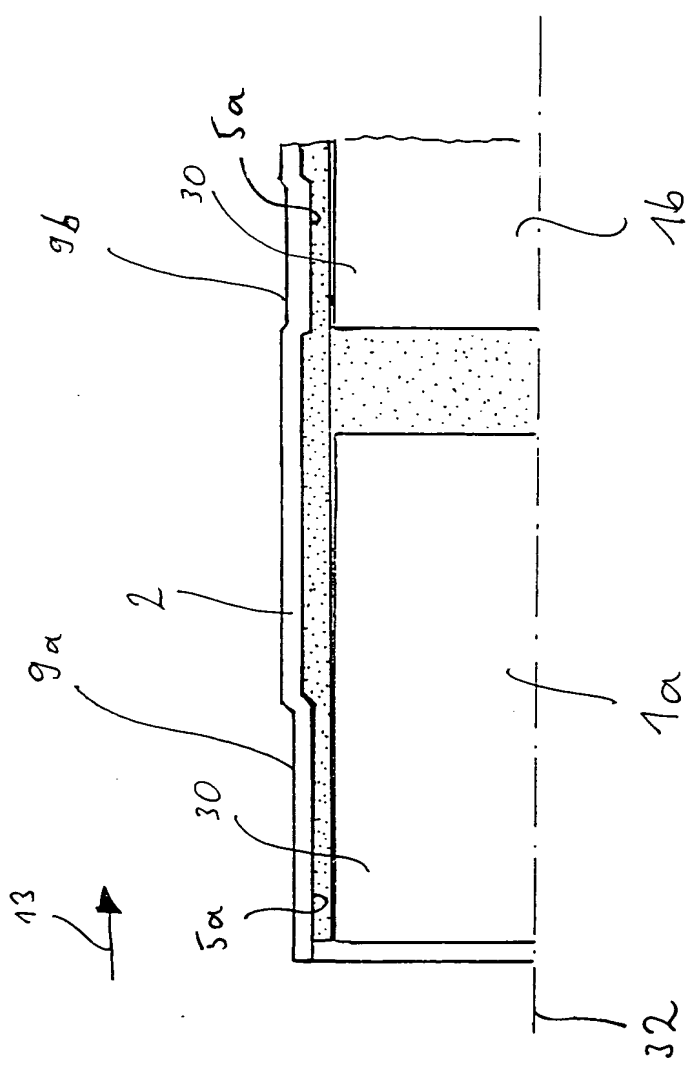


Fig. 3

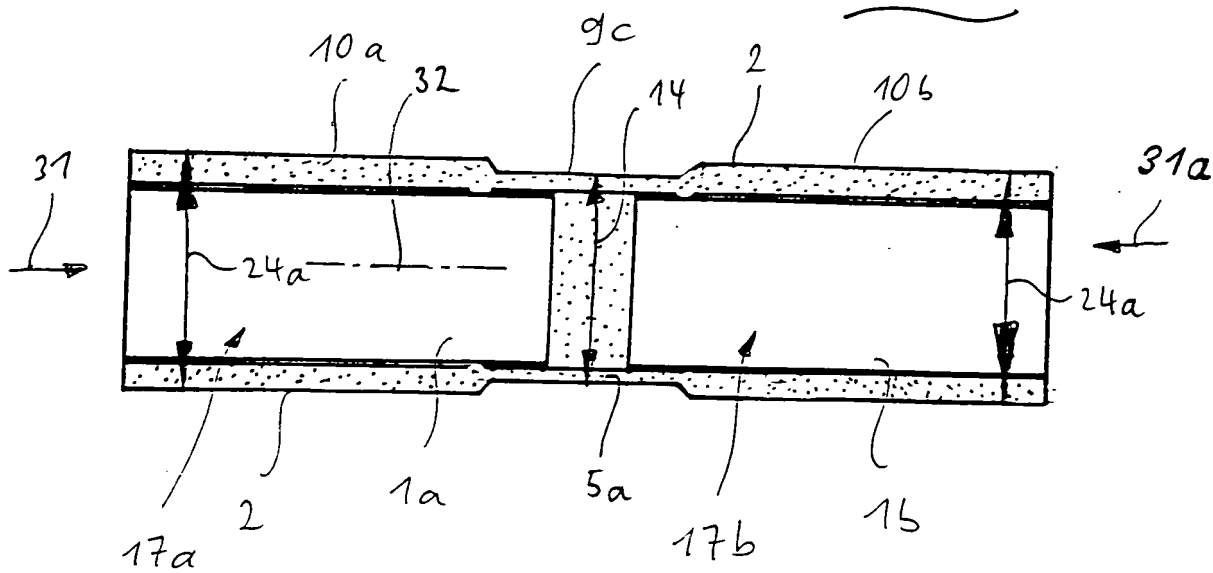


Fig. 4

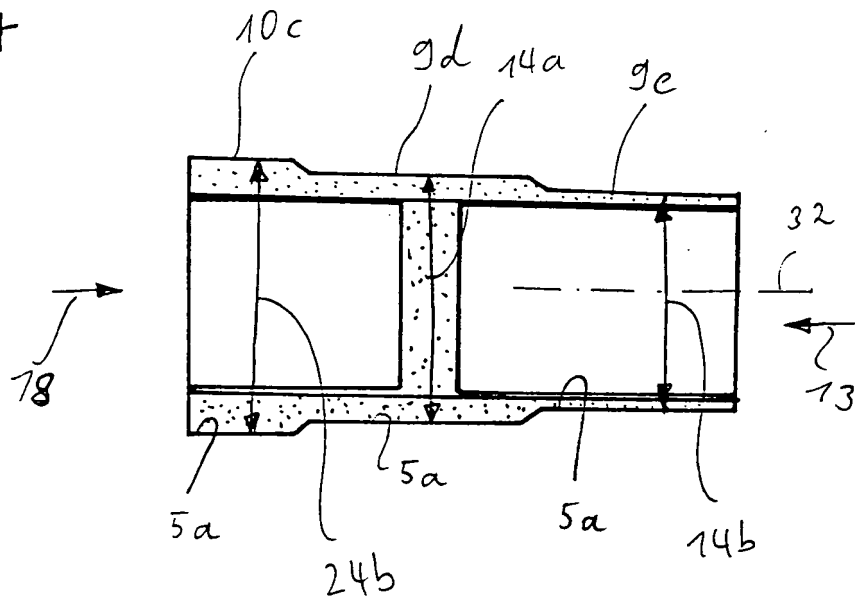


Fig. 5

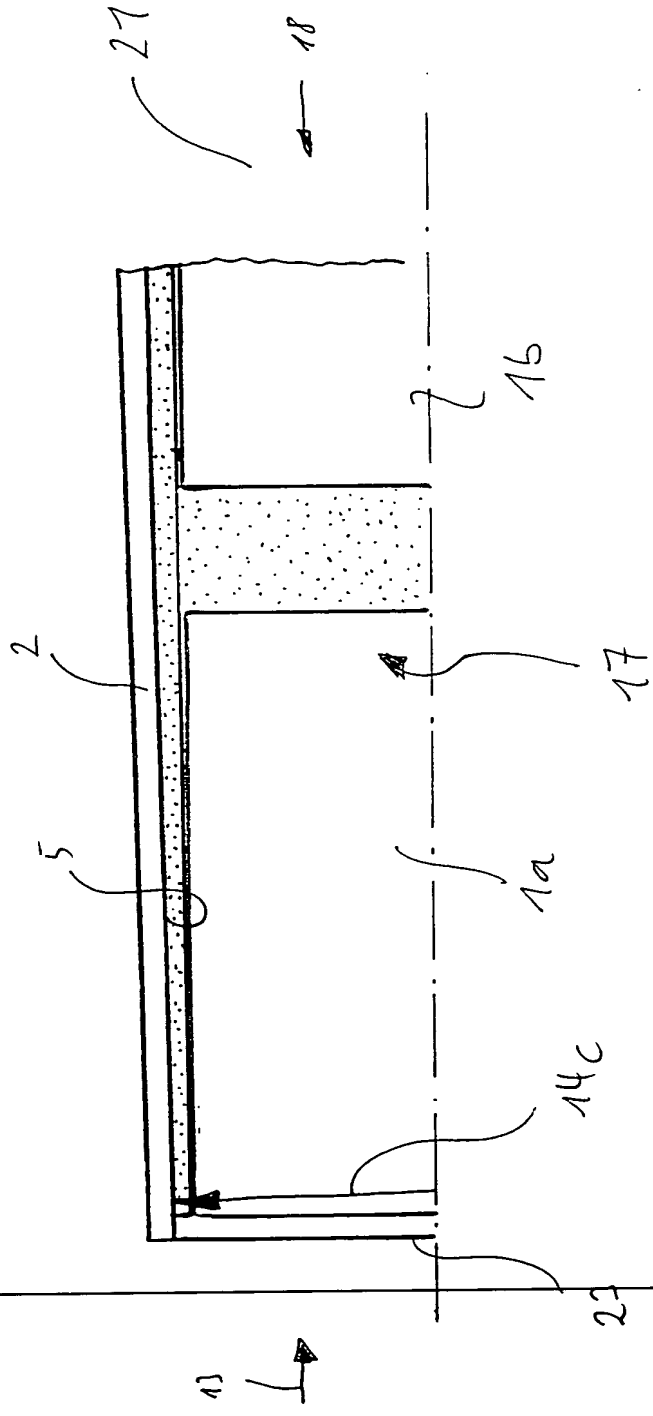
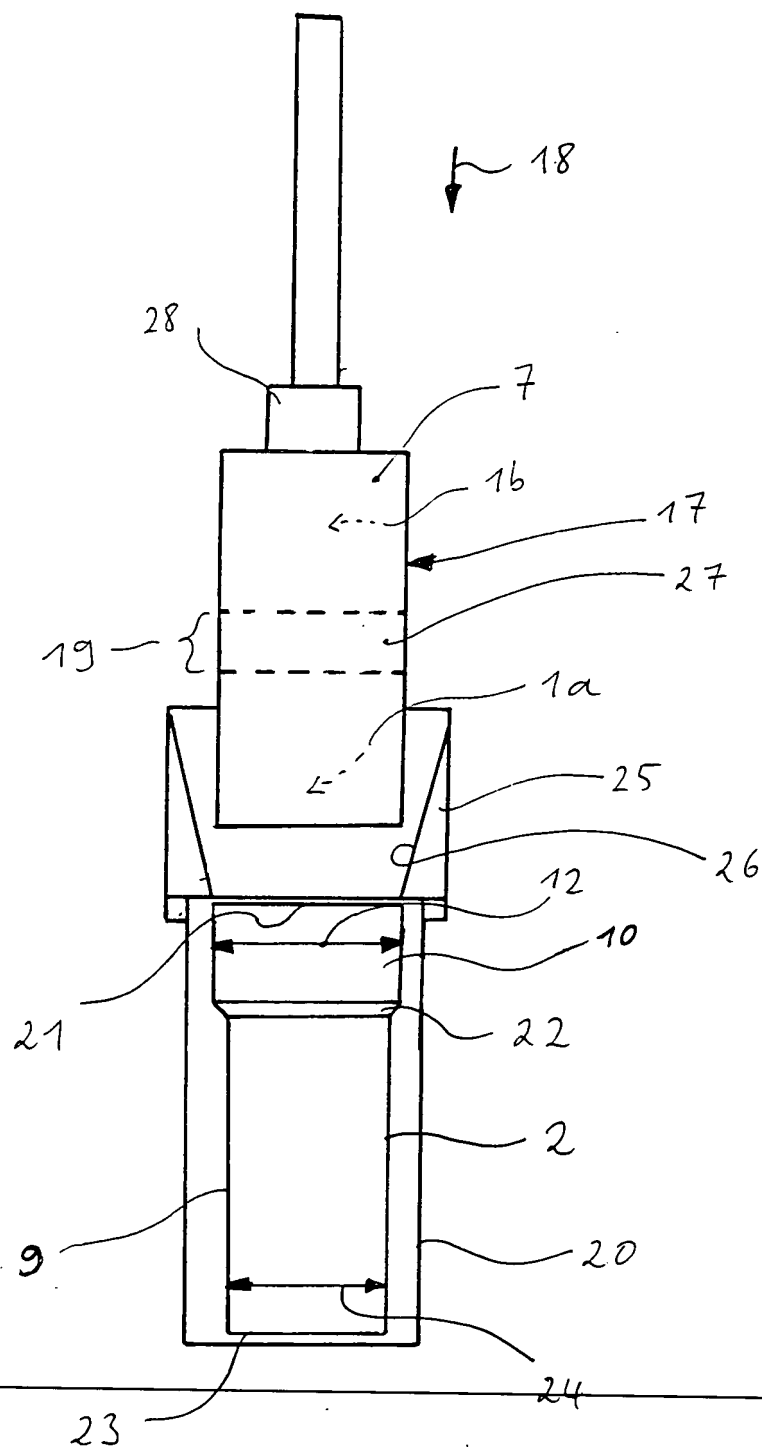


Fig. 6



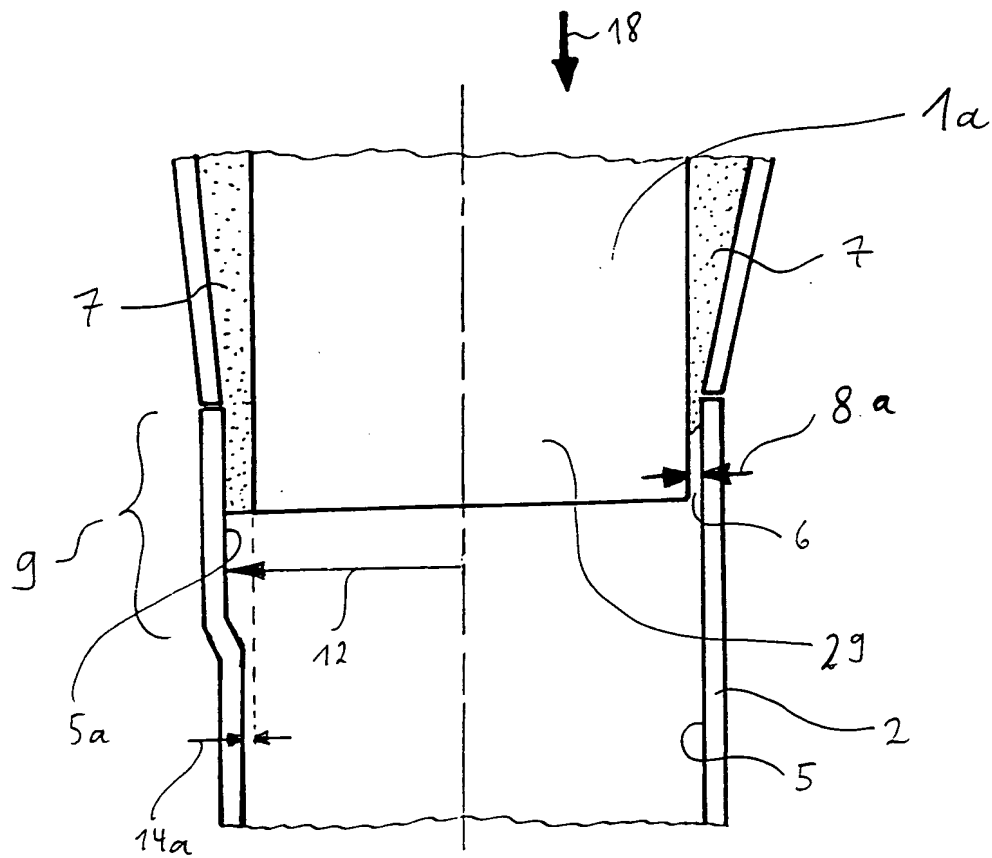


Fig. 7

Fig. 8

